

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-243050

(43) 公開日 平成10年(1998) 9月11日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 L 29/08
12/56

識別記号

F I

H 0 4 L 13/00
11/20

3 0 7 Z
1 0 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-45878

(22) 出願日 平成9年(1997) 2月28日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 草野 正明

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 小林 信之

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72) 発明者 菊地 信夫

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

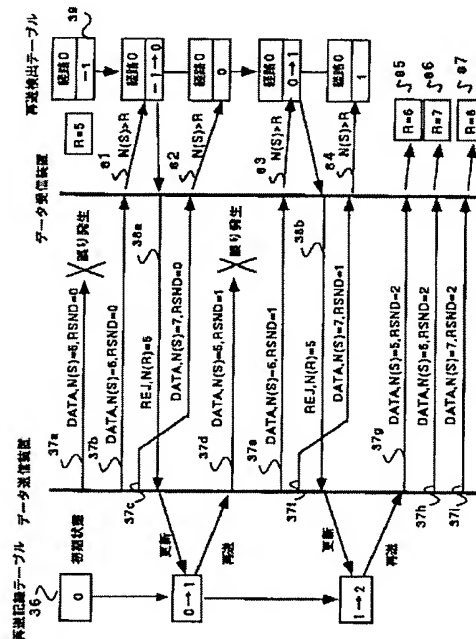
(74) 代理人 弁理士 宮田 金雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 データ通信システム

(57) 【要約】

【課題】 通信ネットワークにおいて、送信した情報フレームに誤りが生じ、かつ同じ情報フレームに連続2度誤りが生じた場合、タイマを用いることなく迅速に誤りを回復できるデータ通信システムを得ること。

【解決手段】 データ送信装置がシーケンス番号以外に再送識別のための再送番号を付与して情報フレームを送信し、データ受信装置が今回受信した情報フレームの再送番号と前回受信した情報フレームの再送番号が異なれば再送要求するようになった。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本の通信経路を設定し、データ送信装置は情報フレームにシーケンス番号を付与して送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認、再送制御を行うデータ通信システムにおいて、

前記データ送信装置は、前記データ送信装置に記憶している、何回目の再送情報フレームかを識別する再送識別情報とシーケンス番号とを含む情報フレームを送出し、前記データ受信装置は、受信した情報フレームに含まれるシーケンス番号が、前記データ受信装置に記憶している、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号と等しくない場合で、かつ、受信した情報フレームに含まれる再送識別情報と前記データ受信装置に記憶する再送識別情報とが等しいなら、再送要求を行わず、等しくないなら、前記データ受信装置に記憶しているシーケンス番号を含む再送要求フレームを前記データ送信装置に送信すると共に、前記データ受信装置に記憶する再送識別情報を更新し、

前記再送要求フレームを受信したデータ送信装置は、前記データ送信装置に記憶する再送識別情報を更新し、更新した再送識別情報と再送要求フレームに含まれるシーケンス番号とを含む情報フレームを再送することを特徴とするデータ通信システム。

【請求項2】 データ送信装置とデータ受信装置の間に複数の通信経路を設定し、データ送信装置は同一データを含む情報フレームを前記複数の各通信経路に対してそれぞれ送信し、データ受信装置は前記複数の各通信経路から受信する同一データを含む前記情報フレームのうち最初に受信した情報フレーム以外を重複データフレームとして識別し、重複情報フレームの廃棄、順序制御、送達確認および再送制御を行うデータ通信システムにおいて、

前記データ送信装置は、データ送信装置に記憶され、何回目の再送情報フレームかを識別する再送識別情報と、シーケンス番号を含む情報フレームを前記各通信経路に送出し、

前記各通信経路から情報フレームを受信した前記データ受信装置は、受信した情報フレームに含まれるシーケンス番号が、前記データ受信装置に記憶している、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号と等しくない場合で、かつ、情報フレームに含まれる再送識別情報と前記データ受信装置に記憶する通信経路毎の再送識別情報とを比較し、等しいなら再送要求を行わず、等しくないなら、情報フレームを受信した前記通信経路に対応して前記データ受信装置に記憶する前記各通信経路の再送識別情報を更新し、更に前記各通信経路に対応する再送識別情報が互いに等しいなら、前記データ受信装置

に記憶しているシーケンス番号と前記データ受信装置に記憶する再送識別情報とを含む再送要求フレームを前記各通信経路に送信し、

前記各通信経路から再送要求フレームを受信した前記データ送信装置は、前記再送要求フレームの再送識別情報と前記データ送信装置に記憶する再送識別情報とが等しいなら、前記データ送信装置に記憶する再送識別情報を更新し、前記再送要求フレームに含まれるシーケンス番号と前記更新した再送識別情報とを含む情報フレームを前記各通信経路経由前記データ受信装置に再送することを特徴とするデータ通信システム。

【請求項3】 送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本または複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信システムにおいて、

前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、以前に送達確認フレームを送出してからウィンドウサイズに基づく所定の数以上の情報フレームを受信したなら送達確認フレームを送出することを特徴とするデータ通信システム。

【請求項4】 送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信システムにおいて、

前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、

その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、受信した情報フレームのシーケンス番号が前記データ受信装置に記憶する、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号より大きい場合、受信したデータを順序待ちにすると共に前記各通信経路でシーケンス誤りを検出した場合、受信済みの情報フレームをその情報フレームのシーケンス番号順に上位処理部に転送して、前記データ受信装置に記憶するシーケンス番号を含む送達確認フレームを前記データ送信装置へ送信すると共に順序待ちのデータが無い場合には順序待ちを解除することを特徴とするデータ通信システム。

【請求項5】 送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本または複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信

システムにおいて、前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、

その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、前記データ受信装置に記憶する、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号より大きく、かつ所定の値未満なら受信した情報フレームを順序待ちにし、前記所定値以上のシーケンス番号をもつ情報フレームを受信した場合に順序待ちの情報フレームと、受信した情報フレームをシーケンス番号順に上位処理部に転送するとともに、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号を更新し、そのシーケンス番号を含む送達確認フレームを送信することを特徴とするデータ通信システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、データ通信技術、特に各種データを所定のフレームに格納して転送するパケット通信型の通信技術において、データを送信装置からデータ受信装置へ転送するデータ通信システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、データ送信装置とデータ受信装置の間に、一本の通信経路を設定して通信を行い、送達確認および再送制御を行うことで高信頼なデータ通信を実現する装置としては、CCITT (ITU-T) 勧告のX.25手順等を適用したデータ通信装置がある。X.25による再送制御の動作を図10に示す。図10において、データ受信装置が次に受信を期待するシーケンス番号R=5のとき、送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレーム60aを受信せずに別のシーケンス番号N(S)=6の情報フレーム60bを受信すると、シーケンス誤りとして再送要求のREJフレーム61を送信する。データ送信装置が再送要求のREJフレーム61を受信すると送信シーケンス番号5、6、7の情報フレーム60d、60e、60fの再送が行われる。この場合、情報フレーム60dはPビット=1に設定され、データ送信装置ではタイマがセットされる。

【0003】データ受信装置は、次に受信を期待する情報フレームを受信できた時にのみ異常状態から回復できるが、図に示すように再送した情報フレーム60dを誤り発生のため受信できない場合には、有効な送達確認を返すことができないので、データ送信装置でセットしたタイマによる回復が行われることになる。データ送信装置は、セットしたタイマがタイムアウトすると、送信シーケンス番号5、6、7の情報フレーム60g、60h、60iの再送を自律的に行い、データ受信装置が情報フレーム60gを受信すると、Fビット=1の送達確認フレーム62aにより送達確認を行う。その他の情報フレームに対する送達確認は、データ受信装置が送達確認フレーム62aを送信した後に情報フレーム60hを

受信した時点でタイマをセットし、タイマがタイムアウトした時に送達確認フレーム62bを送信することで行う。

【0004】データ送信装置とデータ受信装置の間に複数の通信経路を設定し、各通信経路に対して同一のデータを含む情報フレームを同時に送信して通信を行い、重複情報フレームの廃棄、順序制御、送達確認および再送制御を行うことで高信頼なデータ通信を実現する装置としては、「特開平06-303257データ転送方法」に記載されたデータ通信装置がある。このデータ通信装置に係るデータ受信装置では、各通信経路から受信済みの最新の情報フレームのシーケンス番号を通信経路毎に記憶するとともに、記憶した各シーケンス番号の中で最も古いシーケンス番号を記憶することにより、次に受信を期待する情報フレームを受信できずに、前記最も古いシーケンス番号が次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号の値よりも大きい値となった場合には、REJフレームによる再送要求を行い、次に受信を期待する情報フレームを受信するまでは、再送要求を再度行うことはない。

【0005】同一内容のREJフレームを複数の通信経路から重複して受信するデータ送信装置は、最初に受信したREJフレームにより情報フレームの再送を行い、再送した情報フレームの送達確認が得られるまでは、その他のREJフレームを受信しても情報フレームの再送は行わない。あるいは、情報フレームの再送を行う手段として、データ送信装置が情報フレーム送出時にタイマをセットし、タイマがタイムアウトするまでに送達確認が得られなければ、情報フレームの再送を行う。

【0006】上記二つのデータ通信装置において、データ受信装置が送達確認を行う場合には、情報フレームを受信した時点でタイマをセットし、タイマがタイムアウトすることによりRRフレームを送出し、送達確認を行う。あるいは、データ受信装置側から送出するフレームがある場合には、タイムアウトを待たずに送達確認を相乗りさせて行う。あるいは、データ送信装置において、Pビット=1のフレームを送信し、データ受信装置に対して送達確認の要求を行う。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従来のデータ通信装置は、上記のように構成されており、送信された情報フレームに誤り等が発生した場合には、シーケンス誤り検出による再送要求と情報フレームの再送による迅速な回復が行われるが、再送した情報フレームに再度誤り等が発生すると、タイマのタイムアウトによる回復手順に頼ることになる。つまり、あるシーケンス番号の情報フレームに対する再送要求と情報フレームの再送は、タイマを使用しなければ一度だけしか実施できない。これは、P/Fビット=1のフレームに誤りが発生した場合にも同様なことである。上記のタイマによる回復手順は、無駄

な再送を防ぐためにタイマ値をあまり小さい値にすることはできず、上述のような現象が発生した場合には、データ転送のスループットがタイマ値に制限され、著しく低下するという問題がある。

【0008】送達確認を行う場合においては、データ受信装置から送達確認を相乗りさせて送信するフレームがない場合には、タイマのタイムアウトによりRRフレームを送信するか、データ送信装置がPビット=1のフレームを用いて送達確認を要求することになる。このようにタイマを用いる場合には、データ送信装置の送信ウィンドウが開くまでの時間は、タイマ値によって決まってしまう。また、上記のPビット=1のフレームに誤りが発生した場合には、送達確認を迅速に行うことはできない。従って、データ送信装置がバースト的に多くの情報フレームを送信しようとする場合には、送信ウィンドウが開かないためにデータ転送のスループットが制限されてしまうという問題がある。

【0009】また、情報フレームの再送を行わずに通信を継続する制御は、リアルタイム性を重視し、転送するデータに周期性がある通信等、情報フレームを再送しなくても次の周期でリカバーできるような通信において特に有効であるが、複数の通信経路に同一データを含む情報フレームを同時に送信して通信を行うデータ通信装置においては、情報フレームの再送を実施せずに通信を継続する制御手順がなかった。

【0010】更に、複数の通信経路を設定して通信を行うデータ通信装置では、通信経路数が一本の場合も複数の場合にも、シーケンス異常検出や再送要求フレームの有効性判断に同一なアルゴリズムを適用するため、一本の通信経路だけで通信を行う場合には冗長な処理を行っていた。

【0011】この発明は、上記のような問題を解決するために考えられたものであり、その目的は、有線回線や無線回線を問わず通信回線の伝送品質が悪く、転送するフレームに誤りが発生しやすい通信ネットワークにおいて、スループット性能の高いデータ通信を実現するデータ通信システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】第1の発明に係るデータ通信システムは、送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本の通信経路を設定し、データ送信装置は情報フレームにシーケンス番号を付与して送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認、再送制御を行うデータ通信システムにおいて、前記データ送信装置は、前記データ送信装置に記憶している、何回目の再送情報フレームかを識別する再送識別情報とシーケンス番号とを含む情報フレームを送出し、前記データ受信装置は、受信した情報フレームに含まれるシーケンス番号が、前記デ

ータ受信装置に記憶している、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号と等しくない場合で、かつ、受信した情報フレームに含まれる再送識別情報と前記データ受信装置に記憶する再送識別情報とが等しいなら、再送要求を行わず、等しくないなら、前記データ受信装置に記憶しているシーケンス番号を含む再送要求フレームを前記データ送信装置に送信すると共に、前記データ受信装置に記憶する再送識別情報を更新し、前記再送要求フレームを受信したデータ送信装置は、前記データ送信装置に記憶する再送識別情報を更新し、更新した再送識別情報と再送要求フレームに含まれるシーケンス番号とを含む情報フレームを再送するものである。

【0013】第2の発明に係るデータ通信システムは、データ送信装置とデータ受信装置の間に複数の通信経路を設定し、データ送信装置は同一データを含む情報フレームを前記複数の各通信経路に対してそれぞれ送信し、データ受信装置は前記複数の各通信経路から受信する同一データを含む前記情報フレームのうち最初に受信した情報フレーム以外を重複データフレームとして識別し、重複情報フレームの廃棄、順序制御、送達確認および再送制御を行うデータ通信システムにおいて、前記データ送信装置は、データ送信装置に記憶され、何回目の再送情報フレームかを識別する再送識別情報と、シーケンス番号を含む情報フレームを前記各通信経路に送出し、

【0014】前記各通信経路から情報フレームを受信した前記データ受信装置は、受信した情報フレームに含まれるシーケンス番号が、前記データ受信装置に記憶している、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号と等しくない場合で、かつ、情報フレームに含まれる再送識別情報と前記データ受信装置に記憶する通信経路毎の再送識別情報とを比較し、等しいなら再送要求を行わず、等しくないなら、情報フレームを受信した前記通信経路に対応して前記データ受信装置に記憶する前記各通信経路の再送識別情報を更新し、更に前記各通信経路に対応する再送識別情報が互いに等しいなら、前記データ受信装置に記憶しているシーケンス番号と前記データ受信装置に記憶する再送識別情報とを含む再送要求フレームを前記各通信経路に送信し、前記各通信経路から再送要求フレームを受信した前記データ送信装置は、前記再送要求フレームの再送識別情報と前記データ送信装置に記憶する再送識別情報とが等しいなら、前記データ送信装置に記憶する再送識別情報を更新し、前記再送要求フレームに含まれるシーケンス番号と前記更新した再送識別情報とを含む情報フレームを前記各通信経路經由前記データ受信装置に再送するものである。

【0015】第3の発明に係るデータ通信システムは、送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本または複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレーム

に付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信システムにおいて、前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、以前に送達確認フレームを送出してからウィンドウサイズに基づく所定の数以上の情報フレームを受信したなら送達確認フレームを送出するものである。

【0016】第4の発明に係るデータ通信システムは、送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信システムにおいて、前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、受信した情報フレームのシーケンス番号が前記データ受信装置に記憶する、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号より大きい場合、受信したデータを順序待ちにすると共に前記各通信経路でシーケンス誤りを検出した場合、受信済みの情報フレームをその情報フレームのシーケンス番号順に上位処理部に転送して、前記データ受信装置に記憶するシーケンス番号を含む送達確認フレームを前記データ送信装置へ送信すると共に順序待ちのデータが無い場合には順序待ちを解除するものである。

【0017】第5の発明に係るデータ通信システムは、送信ウィンドウを有するデータ送信装置と受信ウィンドウを有するデータ受信装置の間に一本または複数の通信経路を設定し、データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送信し、データ受信装置は情報フレームに付与されたシーケンス番号を参照することにより、情報フレームの送達確認を行うデータ通信システムにおいて、前記データ送信装置はシーケンス番号を含む情報フレームを送出し、その情報フレームを受信した前記データ受信装置は、前記データ受信装置に記憶する、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号より大きく、かつ所定の値未満なら受信した情報フレームを順序待ちにし、前記所定値以上のシーケンス番号をもつ情報フレームを受信した場合に順序待ちの情報フレームと、受信した情報フレームをシーケンス番号順に上位処理部に転送するとともに、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号を更新し、そのシーケンス番号を含む送達確認フレームを送信するものである。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 本実施の形態は、データ送信装置とデータ受信装置の間に一本の通信経路を設定して通信を行う場合、データ送信装置が送出する情報フレームに、以前

送信した情報フレームと再送情報フレームとを区別するための再送識別情報を付与し、データ受信装置では情報フレームに付与されている再送識別情報を記憶する手段を有し、新たに受信した情報フレームの再送識別情報と前記記憶した情報との比較手段を有することにより、以前受信した情報フレームと再送された同一情報フレームとを区別するものである。図1は、この発明におけるデータ通信システムの構成例を示す図である。

【0019】図1において、1および2はこの発明におけるデータ通信装置であり、この例では1が情報フレームを送信する側のデータ送信装置に相当するパケット交換装置、2が情報フレームを受信する側のデータ受信装置に相当するパケット交換装置である。3aおよび3bは情報フレームを中継するパケット交換装置であり、これらの装置を通信回線で接続することで、パケット交換網を構成している。なお、この例では、データ送信装置とデータ受信装置を分けて記述しているが、双方向のデータ通信を行うために、パケット交換装置はデータ送信装置の機能とデータ受信装置の機能を併せ持つ通信装置であってもよい。また、図2はパケット交換装置1の内部構成例を示したものであり、図3はパケット交換装置2の内部構成例を示したものである。これらの図を用いて、この発明におけるデータ通信装置の動作を説明する。

【0020】図1においての4aおよび4bは、データ転送を行う端末装置であり、この例では端末装置4aから端末装置4bへデータを転送することを想定している。端末装置4aから送信されたデータ5は、パケット交換装置1においてパケット交換装置2へ転送するための送信処理が行われる。まず、データ5は、図2に示された上位処理I/F8へ入力される。上位処理I/F8とは、この例では端末装置4aとのインタフェース処理を行う制御部である。その後データ5は、情報フレーム作成処理部9において、情報フレーム内に格納されるとともに必要なヘッダ付加が行われる。この情報フレームのフォーマット例を図4(a)に示す。

【0021】情報フレーム作成処理部9では、図4(a)に示した各フィールドのうち、パケット交換装置2を示す宛先アドレス26a、論理チャネル27a、フレームタイプ28a、送信シーケンス番号30(以下、N(S)と記す)、再送番号31(以下、RSNDと記す、詳細については後述する)、およびデータ部32がセットされる。作成された情報フレームは、次段のコピー処理部10へ送られ、通信に使用する通信経路数に応じて情報フレームをコピーするとともに、情報フレームの転送経路を区別するための経路番号29a(以下、CIDと記す)をヘッダ内にセットし、外部出力I/F12aおよび12bにおいてフレーム誤り検出用のCRC33aを付加した後、外部へ送信される。

【0022】図1においては、上記のように情報フレー

ムを複数にコピーして送信する様子は、情報フレーム6aから6bおよび6cの二つの情報フレームを作成して送信している様子として示されている。図1の例においては、通信経路数を二本設定して通信する例が示されているが、通信経路は何本であってもよく、一本であっても差し支えない。情報フレームは設定する通信経路の数に応じて作成され、その数は図2における通信経路管理部11によって記憶されている。

【0023】上記のようにして送信された情報フレーム6bまたは6cに誤りが発生せず、パケット交換装置2の一つでも到達できれば、図3における外部入力I/F17aまたは17bでCRCチェックを受けた後、情報フレーム解析処理部18でヘッダ内容のチェックが行われ、順序制御部19において情報フレームの順序を整え、上位処理I/F20を通じて端末装置4bに送信され、正常なシーケンスにより通信が継続される。ただし、上記の順序制御部19での処理は、通信経路数が一本である場合には省略してもよい。ここでは、図1に示されるように、送信した同一データを含む情報フレーム6bおよび6cに誤りが発生し、パケット交換装置2が再送要求7aを送信することで通信シーケンスを回復する場合を考える。

【0024】図3の情報フレーム解析処理部18において、シーケンス誤りを検出した場合には、再送要求作成処理部21において再送要求フレーム7aが作成される。この発明におけるシーケンス誤りの検出手順については後述する。再送要求フレームのフォーマット例は、図4(b)に示してある。再送要求作成処理部21では、パケット交換装置1を示す宛先アドレス26b、論理チャネル27b、フレームタイプ28b、受信シーケンス番号34a(以下、N(R)と記す)、再送要求番号35(以下、REJ#と記し、詳細は後述する)が再送要求フレームにセットされ、次段のコピー処理部23へ送られる。再送要求フレームも情報フレーム同様、コピー処理部23において使用する通信経路の数だけコピーするとともに経路番号CID29bをセットし、外部出力I/F25aおよび25bにおいてCRC33bをセットした後、外部へ送信される。図1においては、コピーされた再送要求フレームを7bおよび7cで示している。

【0025】上記のようにして送出された再送要求フレーム7bまたは7cが、パケット交換装置1に誤りなく到達すると、前記同様に図2における外部入力I/F13aまたは13bを通じて受信され、再送要求解析処理部14でヘッダ内容のチェックが行われる。ここで、受信した再送要求フレームが有効であると判断された場合には、再送処理部16において情報フレームの再送が行われ、再送要求フレームのN(R)で示されるシーケンス番号以降の情報フレーム全てを順番に再送する。再送する情報フレームに対する以降の処理は、前述したコピ

ー処理部10における処理以降と同様な処理が行われる。情報フレームの再送により、シーケンス誤りの状態から回復できればよいが、再送した情報フレームに再度誤りが発生するような場合には、この発明によるデータ通信装置の効果が発揮される。

【0026】ここではまず、通信経路を一本だけ設定した通信において、情報フレームの再送を行う例を示す。図5は、データ送信装置がデータ受信装置に対して送信するN(S)=5の送信シーケンス番号をもつ情報フレームに誤りが発生し、再送により回復するシーケンスの例である。図において、36は再送番号を記憶する再送記録テーブルで、初期値を0とし、再送要求を受けたとき、例えばモジュロ8でインCREMENTし、情報フレームの再送を行う。また、情報フレームを送信する場合には、再送記録テーブルに記憶されている再送番号R S N Dを情報フレームに付与して送信する。Rはデータ受信装置に記憶する受信状態変数で、次に受信を期待する情報フレームのシーケンス番号を記憶している。

【0027】37はデータ送信装置が送信する送信シーケンス番号5、6、7の情報フレームで、37a、37b、37cは一回目の情報フレーム、37d、37e、37fは再送情報フレーム、37g、37h、37iは再再送情報フレームである。なお、以後特に37a~37iと37を区別する必要がない場合は単に37と記す。他の符号も同様である。38は再送要求フレームで、38aは一回目の再送要求フレーム、38bは2回目の再送要求フレームである。39は再送検出テーブルで、初期値は-1である。

【0028】なお、再送検出テーブル39の更新方法および再送要求フレーム38a、38bの送信条件は、データ受信装置が受信した情報フレームの送信シーケンス番号N(S)が受信状態変数Rよりも大きい値であった場合に、情報フレームの再送番号R S N Dと再送検出テーブルの値を比較し、一致しなければ再送検出テーブルの内容を再送番号R S N Dに更新し、再送要求フレームを送信する。一致すれば再送要求を送出しない。

【0029】次に、再送した情報フレームに再度誤りが発生したときの動作を説明する。図5において、初期状態として、再送記録テーブル36に記憶されている再送番号R S N Dは0、再送検出テーブル39の値は再送番号R S N Dより1少ない値で-1とし、受信状態変数Rは5とする。データ送信装置がシーケンス番号N(S)=5、6、7で再送番号R S N D=0の情報フレーム37a、37b、37cを順次送信し、例えば情報フレーム37aに誤りが発生すると、データ受信装置はステップS1において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム37bを受信する。この時、N(S)>Rであることからシーケンス誤りを検出する。

【0030】そして、データ受信装置は情報フレーム3

7bの再送番号RSNDと再送検出テーブル39の値を比較する。この場合は、受信した情報フレームの再送番号RSNDは0、再送検出テーブル39の値は-1で異なる値、即ち再送情報フレームを受信したのではないので、データ受信装置は再送検出テーブル39の値を0に更新するとともに、受信シーケンス番号N(R)=5の再送要求フレーム38aを送信する。その後データ受信装置はステップS2において、次に受信する情報フレーム37cを受信するとN(S)>Rであるが、再送番号RSND=0、再送検出テーブル39の値は0で等しいので、即ちデータ受信装置は再送された情報フレームを受信したので、テーブル値の更新および再送要求フレームの送出は行わない。

【0031】データ送信装置は、上記の再送要求フレーム38aを受信すると、再送記録テーブル36に記憶する再送番号をインクリメントし、1にする。そして、送信シーケンス番号N(S)=5以降で再送番号RSND=1の情報フレーム37d、37e、37fを順次再送する。そして、例えば情報フレーム37dに再度誤りが発生すると、データ受信装置はステップS3において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム37eを受信することでシーケンス誤りを検出する。そして、データ受信装置は再送番号RSNDと再送検出テーブル39の値を比較する。この場合は、受信した情報フレームの再送番号RSNDは1、再送検出テーブル39の値は0で異なる値、即ち再送された情報フレームを受信したのではないので、データ受信装置は再送検出テーブル39の値を1に更新するとともに、再送要求フレーム38bを送信する。

【0032】その後データ受信装置がステップS4において、情報フレーム37fを受信する。情報フレーム37fは、N(S)>Rであるが、再送番号RSND=1、再送検出テーブル39の値は1で等しい。即ち、データ受信装置は再送された情報フレームを受信したので、再送検出テーブルの更新および再送要求フレームの送出は行わない。データ送信装置は、上記の再送要求フレーム38bを受信すると、再送記録テーブル36に記憶する再送番号RSNDをインクリメントし、2にする。そして、送信シーケンス番号N(S)=5以降の再送番号RSND=2の情報フレーム37g、37h、37iを順次再送する。

【0033】再送した情報フレーム37g、37h、37iがステップS5、S6、S7で誤りなくデータ受信装置で受信できれば、シーケンス誤りの状態から回復できる。従って、情報フレーム37aおよび37dの誤り発生に対して、情報フレーム37a、37b、37cおよび情報フレーム37d、37e、37f対応に再送要求フレームを送出することなく、シーケンス誤りの状態から回復できる。以上のように、再送番号RSNDを

設けて、再送番号が同じなら再送された情報フレームに対して、さらに再送要求せず、また再送番号が異なるなら、同一のシーケンス番号を持つ情報フレームに対しても、再送要求を行うようにしたので、再送した情報フレームにも再度誤りが発生するような環境においても、タイマを用いることなく迅速な誤り回復を行うことができ、スループット性能を低下させることなく信頼性の高い通信を実現することができる。

【0034】実施の形態2. 次に、通信経路が複数ある場合のデータ通信において情報フレームの再送を行う例を示す。図6は、N(S)=5の送信シーケンス番号をもつ情報フレームが全ての通信経路上で誤り、再送により誤り回復するシーケンス例を示す。図において36は再送番号を記憶する再送記録テーブルで、実施の形態1のものと同一である。Rは受信状態変数、39は再送検出テーブルで、設定した通信経路の数だけ用意され、その更新も各通信路対応に行われる。ここでは2つの通信経路を設定した例を示す。39aは通信経路0(経路番号CID=0)の再送検出テーブル、39bは通信経路1(経路番号CID=1)の再送検出テーブルで、初期値は-1である。

【0035】40、40a~40lはデータ送信装置が送信する情報フレームで、40a、40c、40e、40g、40iおよび40kは通信経路0に、40b、40d、40f、40h、40jおよび40lは通信経路1に、データ送信装置が送信する情報フレームで、40a、40b、40e、40f、40i、40jは送信シーケンス番号N(S)が5、40c、40d、40g、40h、40k、40lは送信シーケンス番号N(S)が6である。41は再送要求フレームで、41aは通信経路0へ、41bは通信経路1へ一回目送信した再送要求フレーム、41cは通信経路0へ、41dは通信経路1へ2回目送信した再送要求フレームである。なお、再送要求フレーム中のREJ#は再送要求番号で、通信経路対応に再送検出テーブル39a、39bに記憶する。

【0036】再送検出テーブル39の更新後は、全ての通信経路に対応する再送検出テーブルの内容が全て同じ値であれば再送要求を行う。データ送信装置における再送記録テーブル36の更新方法は、再送要求フレーム41に付与されている再送要求番号REJ#と再送記録テーブル36に記憶する再送番号を比較し、それらの値が同じである場合に再送記録テーブル36の内容をインクリメントし、情報フレームの再送を行う。

【0037】次に、再送した情報フレームに再度誤りが発生したときの動作を説明する。図6において、初期状態として、再送記録テーブル36に記憶する再送番号RSNDは0とし、再送検出テーブル39a、39bは共に再送番号RSNDより1少ない値-1を記憶し、受信状態変数Rは5とする。データ送信装置が再送番号RSND=0でシーケンス番号N(S)=5、6の情報フレ

ーム40a、40b、40c、40dを順次送信し、情報フレーム40aおよび40bに誤りが発生したとすると、データ受信装置はステップS1において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム40cを受信する。この時、N(S)>Rであるため、データ受信装置は再送番号RSNDの値0と通信経路0に対応する再送検出テーブル39aの値0とを比較する。

【0038】この場合は、RSND=0、再送検出テーブル39aの値=-1で異なる値であるため、再送検出テーブル39aの値を0に更新する。そして、他の全ての通信経路に対応する再送検出テーブル値をそれぞれ比較し、全て同じ値になった時は再送要求フレームを送出するが、この時点では通信経路0に対応する再送検出テーブル39bの値は0、通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値は-1で異なるため、再送要求は行わない。次に、情報フレーム40dを受信すると、データ受信装置はステップS2において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、送信シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム40dを受信する。この時、N(S)>Rであるため、データ受信装置は再送番号RSNDの値0と通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値-1を比較する。

【0039】この場合は、RSND=0、再送検出テーブル39bの値=-1で異なる値であるため、再送検出テーブル39bの値を0に更新する。再送検出テーブル39bの更新後は、他の全ての通信経路に対応する再送検出テーブル値をそれぞれ比較し、全て同じ値になった時には再送要求フレームを送出するが、この時点では通信経路0に対応する再送検出テーブル39aの値は0、通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値は0であるので、再送要求を行なう。即ち、N(R)=5、REJ#=0の再送要求フレーム41を通信経路数コピーして全通信経路に送出する。この場合は再送要求フレーム41をコピーした再送要求フレーム41aを通信経路0に、41bを通信経路1に送信する。

【0040】そして、データ送信装置が再送要求フレーム41aを受信すると、再送要求フレームに付与されている再送要求番号REJ#と再送記録テーブル36に記憶する再送番号を比較し、同じであれば、再送要求フレーム41aが有効であると判断し、再送記録テーブル36に記憶する再送番号をインクリメントする。この例では、REJ#=0、再送記録テーブル36の値に記憶する再送番号=0であるので、再送記録テーブル36の内容をインクリメントし、再送記録テーブル36に記憶する再送番号は1となる。データ送信装置は再送要求フレームに付与されている受信シーケンス番号N(R)に基づいて情報フレームの再送を行う。即ち、データ送信装置が送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレーム40e、40fと送信シーケンス番号N(S)=6の情報

フレーム40g、40hとを再度送信する。

【0041】続いて、データ送信装置が再送要求フレーム41bを受信した場合には、上記と同様に再送要求番号REJ#と再送記録テーブル36の値1との比較が行われるが、REJ#=0、再送記録テーブル36の値=1で異なるためテーブル内容を更新せず、受信した再送要求フレーム41bを無効であると判断し、情報フレームの再送を行わない。再送した送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレーム40eおよび40fに再度誤りが発生すると、データ受信装置はステップS3において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、送信シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム40gを受信する。

【0042】この時、N(S)>Rであるため、データ受信装置は再送番号RSNDの値1と通信経路0に対応する再送検出テーブル39aの値0とを比較し、異なる値であるため再送検出テーブル39aの値を1に更新する。そして、他の全ての通信経路に対応する再送検出テーブル値をそれぞれ比較し、全て同じ値になった時は再送要求フレームを送出するが、この時点では通信経路0に対応する再送検出テーブル39bの値は1、通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値は0であるため、再送要求は行わない。

【0043】次に、データ受信装置はステップS4において、受信状態変数R=5であるにもかかわらず、送信シーケンス番号N(S)=6の情報フレーム40hを受信する。この時、N(S)>Rであるため、データ受信装置は再送番号RSNDの値1と通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値0を比較し、異なる値であるため再送検出テーブル39bの値を1に更新する。再送検出テーブル39bの更新後は、他の全ての通信経路に対応する再送検出テーブル値をそれぞれ比較し、全て同じ値になった時には再送要求フレームを送出するが、この時点では通信経路0に対応する再送検出テーブル39aの値は1、通信経路1に対応する再送検出テーブル39bの値は1であるので、再送要求を行なう。即ち、N(R)=5、REJ#=1の再送要求フレーム41を通信経路数コピーして全通信経路に送出する。この場合は再送要求フレーム41をコピーした再送要求フレーム41cを通信経路0に、41dを通信経路1に送信する。

【0044】データ送信装置が再送要求フレーム41cを受信すると、再送要求フレームに付与されている再送要求番号REJ#と再送記録テーブル36に記憶する再送番号を比較し、同じであれば、再送要求フレーム41cが有効であると判断し、再送記録テーブル36に記憶する再送番号をインクリメントする。この例では、REJ#=1、再送記録テーブル36に記憶する再送番号=1であるので、再送記録テーブル36の内容をインクリメントし、再送記録テーブル36に記憶する再送番号は

2となる。再送要求フレームに付与されている受信シーケンス番号 $N(R) = 5$ に基づいて情報フレームの再送を行う。

【0045】即ち、データ送信装置が送信シーケンス番号 $N(S) = 5$ の情報フレーム40i、40jと送信シーケンス番号 $N(S) = 6$ の情報フレーム40i、40jとを再度送信する。データ受信装置が情報フレーム40iを誤りなく受信すれば、シーケンス誤りの状態から回復される。続いて、データ送信装置が再送要求フレーム41dを受信した場合には、上記と同様に再送要求番号 $REJ\#$ と再送記録テーブル36の値2との比較が行われるが、 $REJ\# = 1$ 、再送記録テーブル36の値=2で異なるためテーブル内容を更新せず、受信した再送要求フレーム41dを無効であると判断し、情報フレームの再送を行わない。

【0046】なお、実施の形態1では通信経路が一本の場合を、上記例では、通信経路が複数本の場合を示したが一つの通信装置に両方のを合わせもってもよい。従って、通信経路が複数の場合でも、同一のシーケンス番号を持つ情報フレームに対して、タイマを用いることなく、再送要求フレームによる再送要求および情報フレームの再送を何度でも行うことができる。

【0047】実施の形態3。本実施の形態は、データ通信装置が片方向のみの情報フレームを転送し、逆方向からの情報フレームの転送が無い場合に、送達確認を迅速に行うものである。図7は本実施の形態によるデータ伝送のシーケンスを示す。図において、46a、46b、46c、46dはそれぞれ、送信シーケンス番号 $N(S) = 0, 1, 2, 3$ の情報フレームで、フレームフォーマットを図4(a)に示す。47a、47bは送達確認フレームで、フレームフォーマットを図4(c)に示す。48は応答状態記録テーブルで、以前に送達確認を送った時の値を記憶し、初期値は0とする。WSはウィンドウサイズ、Rは受信状態変数で、初期値は0とする。RSは応答状態記憶テーブルに記憶されている値である。

【0048】なお、応答状態記録テーブルの更新方法は、データ受信装置が情報フレームを受信し、かつ受信状態変数Rの値を更新した時に受信状態変数Rの値と応答状態記録テーブルの値RSの差を求め、その差が一定値以上、例えばウィンドウサイズの半分以上であれば、応答状態記録テーブルの値RSを受信状態変数Rの値で書き換えるとともに、送達確認フレームを送信する。その差が一定値未満であれば、応答状態記録テーブルを更新せず、送達確認フレームを送信しない。

【0049】データ受信装置が応答状態記録テーブル48を用いて送達確認を行う例を以下に示す。データ送信装置が送信シーケンス番号 $N(S) = 0$ の情報フレーム46aを送信し、データ受信装置がステップS1において、受信した場合、受信状態変数Rの値は $R = 1$ とな

り、応答状態記録テーブル48の値($=0$)の差を求め、その差が1でウィンドウサイズの半分の値2と異なるため何も行われない。次に、データ送信装置が送信シーケンス番号 $N(S) = 1$ の情報フレーム46bを送信し、データ受信装置がステップS2において、受信すると、受信状態変数Rの値は $R = 2$ となり、応答状態記録テーブル48の値RS($=0$)の差を求め、その差がウィンドウサイズWSの半分の値2と等しいので、送達確認フレーム47aを送信すると共に、応答状態記録テーブルに受信状態変数Rの値2を設定する。

【0050】以降同様に、データ送信装置が送信シーケンス番号 $N(S) = 2$ の情報フレーム46cを送信し、データ受信装置がステップS3において、受信した場合、受信状態変数Rの値は $R = 3$ となり、応答状態記録テーブルの値($=2$)の差を求め、その差が1でウィンドウサイズWSの半分の値2と異なるため何も行われない。次に、データ送信装置が送信シーケンス番号 $N(S) = 3$ の情報フレーム46dを送信し、データ受信装置がステップS4において、受信すると、受信状態変数Rの値は $R = 4$ となり、応答状態記録テーブルの値RS($=2$)の差を求め、その差が2でウィンドウサイズWSの半分の値と等しいので送達確認フレーム47bを送信すると共に、応答状態記録テーブルに受信状態変数Rの値4を設定する。

【0051】以上のように、データ受信装置に応答状態記録テーブルを設け、データ受信装置が情報フレームを受信し、かつ受信状態変数Rの値を更新した時に受信状態変数Rの値と応答状態記録テーブルの値RSの差を求め、その差が一定値以上あれば、応答状態記録テーブルの値RSを受信状態変数Rの値で書き換えるとともに、送達確認フレームを送信するようにし、その差が一定値未満であれば、応答状態記録テーブルを更新せず、送達確認フレームを送信しないようにしたので、データ送信装置がバースト的に情報フレームを送信する場合には、データ受信装置においてタイマやデータ送信装置からの要求に頼ることなく送達確認フレームを送信できるため、データ送信装置のウィンドウ制御によって情報フレームの送信が制限されるようなことがなくなり、データ転送のスループット性能が向上する。

【0052】実施の形態4。次に、伝送誤りによるデータの欠落を防ぐよりもリアルタイム性を重視するデータ通信のために、通信経路を複数設定し、伝送誤りにより情報フレームの再送を行わずに通信を継続するシーケンス例を説明する。図8は、通信経路が2つで、送信シーケンス番号 $N(S) = 3$ の通信経路0(経路番号CID=0)および通信経路1(経路番号CID=1)の情報フレームに誤りが発生するが、情報フレームの再送を行わず通信を継続するシーケンス例を示す。図において、50a~50fはデータ送信装置が送信する情報フレームで、50a、50cおよび50eは通信経路0(CI

D=0)に、50b、50dおよび50fは通信経路1(CID=1)に、データ送信装置が送信する情報フレームで、50a、50bは送信シーケンス番号N(S)が3で、50c、50dは送信シーケンス番号N(S)が4で、50e、50fは送信シーケンス番号N(S)が5である。

【0053】52、52a、52bは各通信経路でシーケンス誤りが発生したことを検出するための誤り検出テーブルである。52aは通信経路0用の誤り検出テーブル、52bは通信経路1用の誤り検出テーブルで、共に初期値は0とする。なお、誤り検出テーブルの更新方法は、以下のとおりである。データ受信装置が情報フレームを受信した時に受信状態変数Rと送信シーケンス番号N(S)を比較し、 $N(S) > R$ であった場合に誤り検出テーブルの内容を1にする。そして、すべての通信経路対応の誤り検出テーブルの内容を検査し、すべての通信経路に対する誤り検出テーブルが1なら順序待ちとなっている情報フレームを上位処理20へ転送し、送達確認フレームを送信し、すべての通信経路に対応する誤り検出テーブルの内容を0にする。誤り検出テーブルを0にするのを誤り無く実施するため、データ受信装置では、受信した情報フレームに付与されている送信シーケンス番号N(S)の最新値を各通信経路毎に記憶しておく。

【0054】次に、図8を用いて動作を説明する。データ受信装置の受信状態変数Rが3である時に、データ送信装置が送信シーケンス番号N(S)=3および4の情報フレーム50a、50b、50cおよび50dを順次送信し、データ受信装置がステップS1において、 $N(S)=3$ の情報フレーム50aを正常受信できずに、 $N(S)=4$ の情報フレーム50cを通信経路0(CID=0)より受信すると、通信経路0において $N(S) > R$ であることを検出し、誤り検出テーブル52aの内容を1にする。

【0055】その後、通信経路0および通信経路1に対応する誤り検出テーブル52a、52b内容を検査し、通信経路1の誤り検出テーブル52bの内容が0のため、受信した情報フレーム50cを図3の順序制御部19で保存しておく。続いて、データ送信装置が送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレーム50eおよび50fを送信し、データ受信装置がステップS2において、情報フレーム50eを受信すると、上記と同様に誤り検出テーブル52aの内容を1にする。そして、他の通信経路に対応する誤り検出テーブル52bの内容を検査し、内容が0であるため受信した情報フレーム50eを順序制御部19に保存しておく。

【0056】次に、データ受信装置がステップS3において、通信経路1においても $N(S)=3$ の情報フレーム50bを受信できずに $N(S)=4$ の情報フレーム50dを受信すると、通信経路1に対応する誤り検出テ

ブル52bの内容を1にする。そして、誤り検出テーブル52a、52bの内容が共に1であるので、それまで順序制御部19に保存した情報フレームのうち順序のそろっているデータをすべて上位処理20へ転送するように指示する。この場合、通信経路0において送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレームは受信済みであるが、 $N(S)=6$ の情報フレームは未受信であるため、 $N(S)=5$ までのデータを上位へ転送しデータ受信装置が次に受信を期待する情報フレームは $N(S)=6$ の情報フレームであると判断し、受信状態変数Rの値を6に設定する。そして、受信シーケンス番号N(R)=6の送達確認フレーム51を送信しする。その後、データ受信装置は、誤り検出テーブル52a、52bの内容を以下のようにして0にする。

【0057】情報フレームを受信したとき、各通信経路毎に記憶している最新の送信シーケンス番号N(S)と受信状態変数Rの値を比較し、受信状態変数Rよりも小さい値のN(S)をもつ通信経路に対応する誤り検出テーブル52の内容を0にし、受信状態変数Rよりも大きい値の送信シーケンス番号N(S)を持つ通信経路に対応する誤り検出テーブル52の内容を0にしない。図8の例では、受信状態変数R=6に対して、通信経路0では $N(S)=5$ 、通信経路1では $N(S)=4$ であるため、全ての通信経路に対する誤り検出テーブル52a、52bの内容を0にする。

【0058】以降、データ受信装置がステップS4において、通信経路1から送信シーケンス番号N(S)=5の情報フレーム50fを受信しても、 $N(S) < R$ であるため、既に受信済みの情報フレームであると判断し、情報フレーム50fは廃棄される。送達確認フレーム51を受信するデータ送信装置では、 $N(S)=5$ までの情報フレームがデータ受信装置において正常に受信されたと判断して通信が継続される。データ送信装置がバースト的に情報フレームを送信する場合には、データ受信装置においてタイマやデータ送信装置からの要求に頼ることなく送達確認フレームを送信できるため、データ送信装置のウィンドウ制御によって情報フレームの送信が制限されるようなことがなくなり、データ転送のスループット性能が向上する。

【0059】実施の形態5. 本実施の形態は、通信経路を複数設定し、伝送途中情報フレームに誤りが生じても、再送を行わずに後続の情報フレームを継続して受信するリアルタイム性の高い通信を行うものである。図9に2つの通信経路を用いた情報フレームの送受信のシーケンス例を示す。図において、53a~53fはデータ送信装置が送信する情報フレームで、53a、53cおよび53eは通信経路0(経路番号CID=0)に、53b、53dおよび53fは通信経路1(経路番号CID=1)に、データ送信装置が送信する情報フレームで、53a、53bは送信シーケンス番号N(S)が3

で、53c、53dは送信シーケンス番号N(S)が4で、53e、53fは送信シーケンス番号N(S)が5である。54は送達確認フレームである。なお、WSはウィンドウサイズ、Rはデータ受信装置の受信状態変数で、初期値は3とする。

【0060】55は応答状態記録テーブルであり、最後に送信した送達確認の受信シーケンス番号N(R)を記録する。応答状態記録テーブル55の更新方法は、受信した情報フレームの送信シーケンス番号N(S)と応答状態記録テーブルに記憶されている値の差が一定値以上、例えばウィンドウサイズWSの半分以上であった場合には、受信できていない情報フレームがあったとしても、送信シーケンス番号N(S)までの情報フレームが正常に受信したものとして、受信状態変数RをN(S)+1の値に更新する。応答状態記憶テーブルの値を更新した場合は、受信シーケンス番号N(R)の値として応答状態記録テーブルの値を付与した送達確認フレームを送信する。

【0061】次に、通信経路0において送信シーケンス番号N(S)=3の情報フレームに誤りが発生し、通信経路1における情報フレームには大きな遅延があるために、N(S)=3の情報フレームの受信をあきらめることで通信を継続するシーケンスを例に動作を説明する。応答状態記録テーブル55の値が3である時に、データ送信装置が情報フレーム53a、53c、53eを通信経路0に、53b、53d、53fを通信経路1に送信する。そして、データ受信装置がステップS1において、送信シーケンス番号N(S)=3の情報フレーム53aを正常受信できずにN(S)=4の情報フレーム53cを通信経路0(CID=0)より受信すると、情報フレーム53cの送信シーケンス番号N(S)の値4と応答状態記録テーブル55の値3の差を求め、ウィンドウサイズWSの半分の値2と比較すると、ウィンドウサイズWSの半分の値2が大きいため、受信した情報フレーム53cを順序制御部19で保存する。

【0062】次に、データ受信装置がステップS2において、情報フレーム53eを通信経路0(CID=0)より受信すると、情報フレーム53eの送信シーケンス番号N(S)の値5と応答状態記録テーブル55の値3との差が2となり、ウィンドウサイズWSの半分の値2に等しいので、受信状態変数Rの値を情報フレーム53eの送信シーケンス番号N(S)+1=6に更新するとともに、順序制御部19に対してN(S)=5までの情報フレームに含まれるデータを上位処理20へ転送するように指示する。この場合には、N(S)=4および5の情報フレームに含まれるデータが上位処理20へ転送される。その後、データ受信装置が送達確認フレーム54を送信し、応答状態記録テーブル55の値を受信状態変数Rの値6に更新する。

【0063】以降、データ受信装置がステップS3、S

4、S5において、通信経路1から送信シーケンス番号N(S)が5以下の情報フレーム53b、53d、53fを受信しても、各情報フレームのN(S)はN(S)<Rであるため、既に受信済みの情報フレームであると判断し、情報フレーム53b、53d、53fは廃棄される。送達確認フレーム54を受信するデータ送信装置では、N(S)=5までの情報フレームがデータ受信装置において、正常に受信されたと判断して通信を継続する。

【0064】以上、受信した情報フレームの送信シーケンス番号N(S)と応答状態記録テーブルに記憶されている値の差が一定値以上であった場合には、受信状態変数RをN(S)+1の値に更新する。応答状態記憶テーブルの値を更新した場合は、受信シーケンス番号N(R)の値として応答状態記録テーブルの値を付与した送達確認フレームを送信するので、複数の通信経路を用いた場合にも、情報フレームの再送を行わずにバースト性のある大量のデータをリアルタイムで転送できるので、データの欠落よりもリアルタイム性を重視する通信の要求にも対応できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明におけるデータ通信システムを示す図である。

【図2】 この発明におけるデータ送信装置の内部構成を示す図である。

【図3】 この発明におけるデータ受信装置の内部構成を示す図である。

【図4】 この発明におけるフレームフォーマットを示す図である。

【図5】 この発明の実施形態1におけるデータ送信装置およびデータ受信装置が一本の通信経路により再送制御を行う様子を示す図である。

【図6】 この発明の実施形態2におけるデータ送信装置およびデータ受信装置が複数の通信経路を用いて再送制御を行う様子を示す図である。

【図7】 この発明の実施形態3におけるデータ受信装置が送達確認を行う様子を示す図である。

【図8】 この発明の実施形態4におけるデータ送信装置およびデータ受信装置が情報フレームの再送を行わずに通信を継続する様子を示した図である。

【図9】 この発明の実施形態5におけるデータ送信装置およびデータ受信装置が情報フレームの再送を行わずに通信を継続する様子を別の例で示した図である。

【図10】 従来のデータ送信装置およびデータ受信装置が一本の通信経路により再送制御を行う例を示した図である。

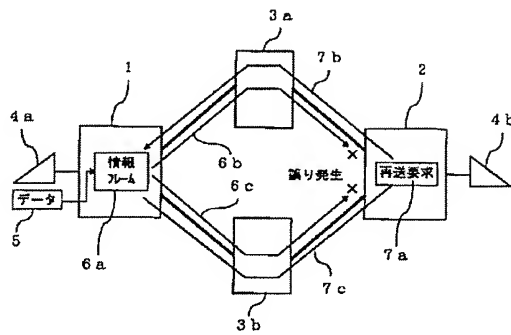
【符号の説明】

2 パケット交換装置、
4a、4b 端末装置、
6a、6b、6c 情報フレーム、

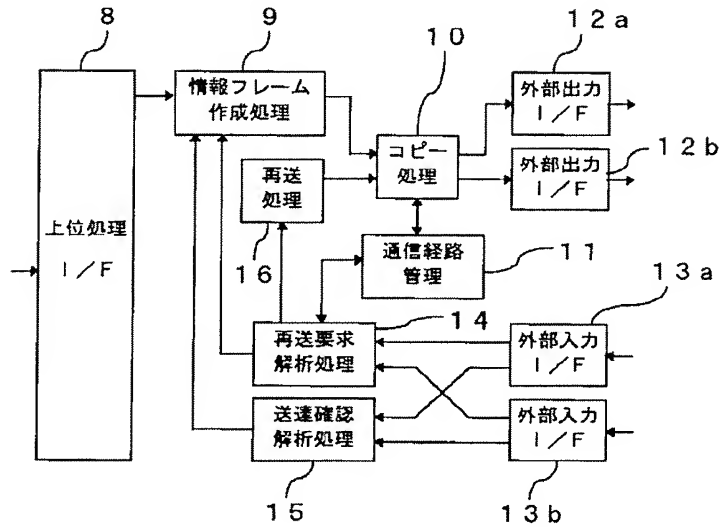
7 a, 7 b, 7 c 再送要求フレーム、
 9 情報フレーム作成処理部、
 10, 23 フレームコピー処理部、
 11, 24 通信経路管理部、
 14 再送要求解析処理部、
 15 送達確認解析処理部、
 16 再送処理部、
 18 情報フレーム解析処理部、
 19 順序制御処理部、
 20 上位処理部
 21 再送要求フレーム作成処理部、

22 送達確認フレーム作成処理部、
 29 a, 29 b, 29 c 経路番号、
 30 送信シーケンス番号、
 31 再送番号、
 34 a, 34 b 受信シーケンス番号、
 35 再送要求番号、
 36, 36 a, 36 b 再送記録テーブル、
 39, 39 a, 39 b 再送検出テーブル、
 48, 48 a, 48 b, 55, 55 a, 55 b 応答
 状態記録テーブル、
 52, 52 a, 52 b 誤り検出テーブル。

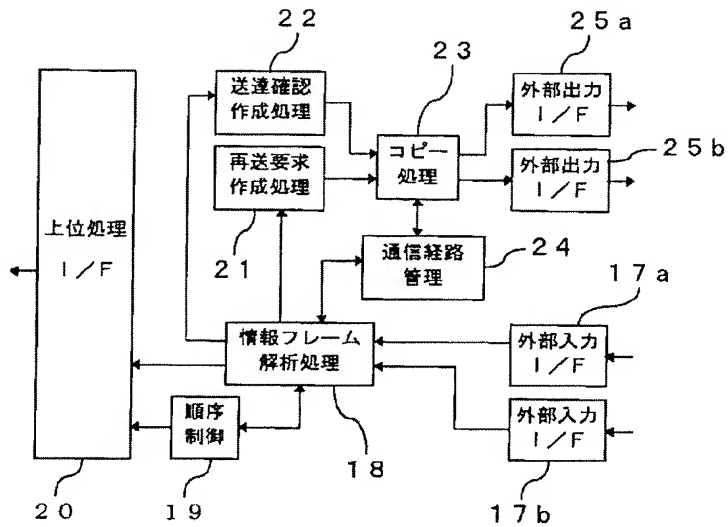
【図1】



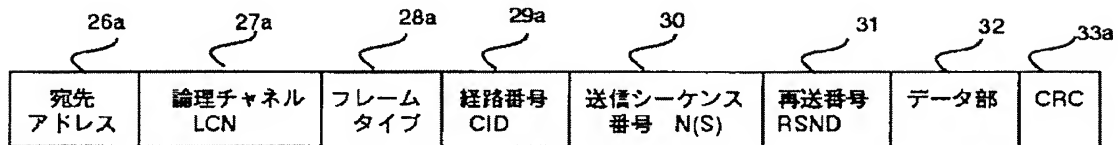
【図2】



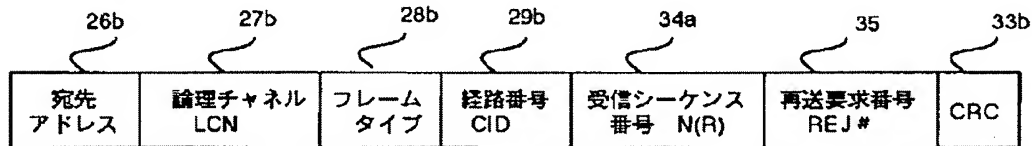
【図3】



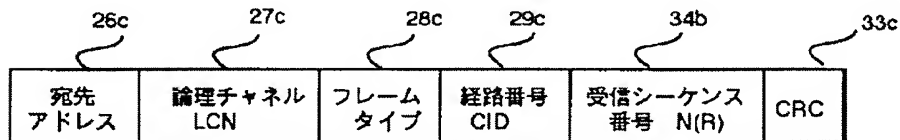
【図4】



(a) 情報フレーム

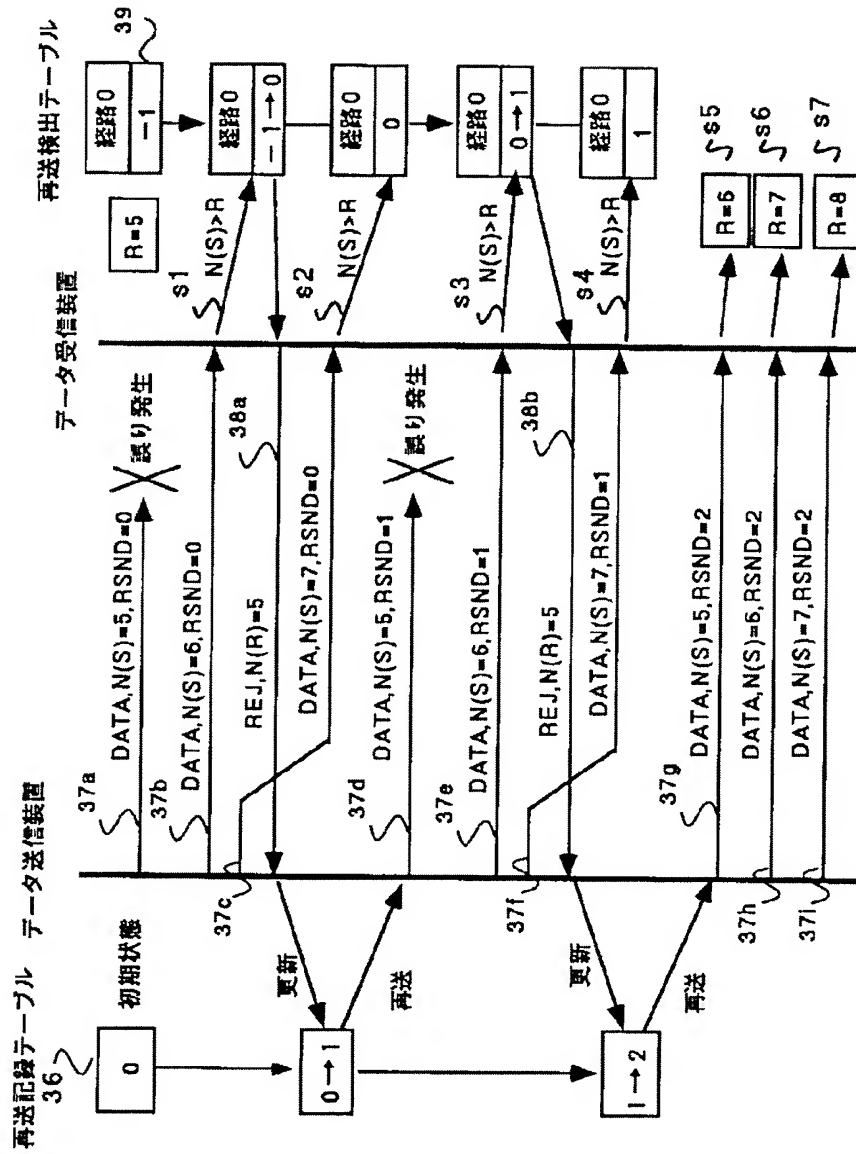


(b) 再送要求フレーム (REJ)

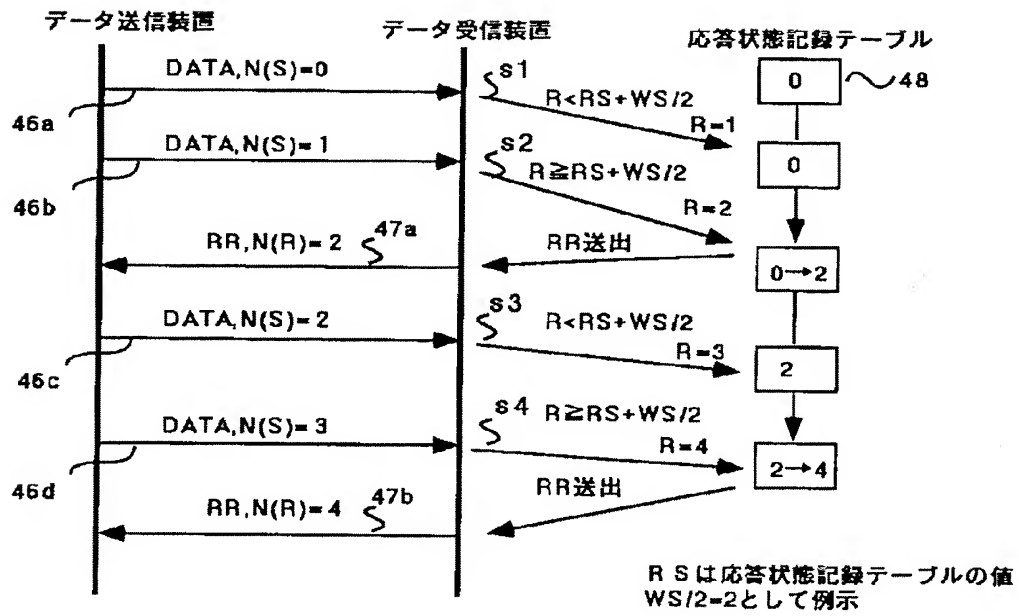


(c) 送達確認フレーム (RR)

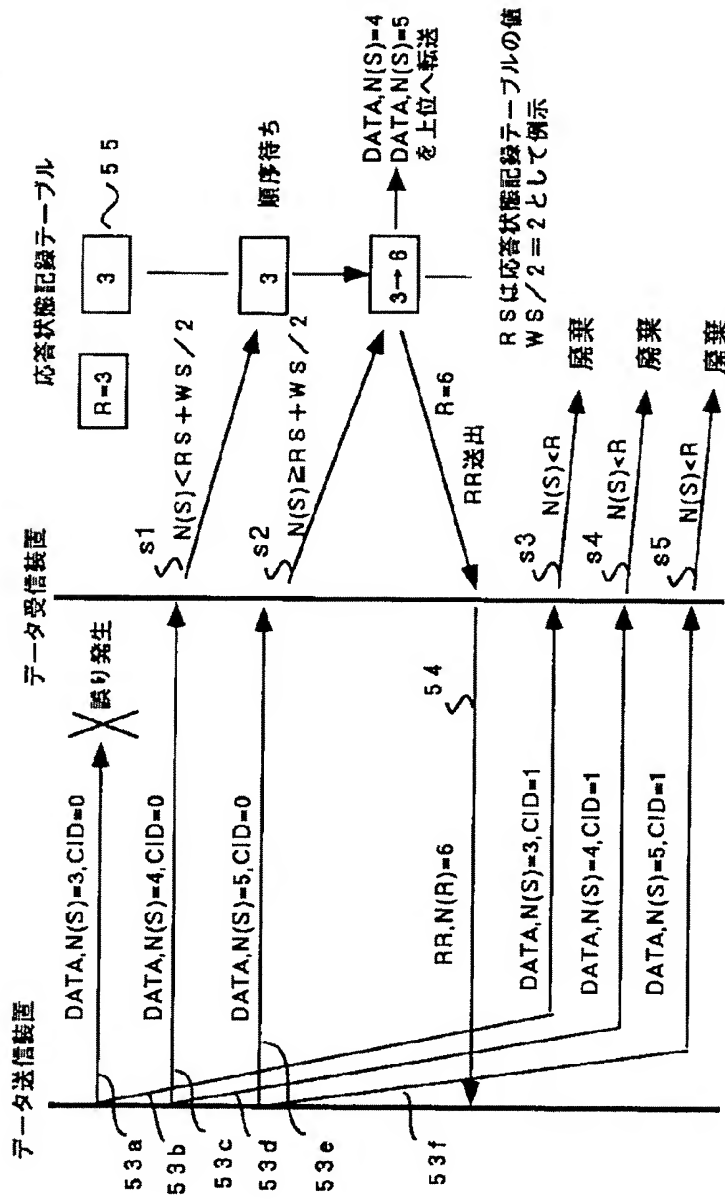
【図5】



【図7】



【図9】



【図10】

